

# 우리나라 一部 소금의 重金屬 含量에 대한 調査研究

黃 聖 燾

서울대학교 保健大學院 環境保健學科

## A Study on the Heavy Metal Contents of Common Salts in Korea

Seong Hi Hwang

*School of Public Health, Seoul National University*

### Abstract

In order to determine the content levels of trace metals in common salts, 64 bay salt samples were collected from three producing districts and 33 bay salt samples, 32 remade salt samples and 5 fine salt samples were collected from 7 major cities in Korea, from August to September 1987. These were analysed for content levels of Pb, Cd, Cu, Zn and Mn using Atomic Absorption Spectrophotometer.

The results were as follows:

1. Lead contents in three type salts were N.D. - 1081.9  $\mu\text{g}/\text{kg}$  and fourteen percent of the 114 samples exceeded the World Health Organization(WHO) criteria of 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Cadmium contents of samples were N.D. - 3820.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  and five percent of the 114 samples were over the Spanish criteria of 500  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Copper contents of samples were 8.9-214.9  $\mu\text{g}/\text{kg}$  and there was not a sample over the World Health Organization(WHO) criteria of 500  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Zinc contents ranged N.D. - 342.9  $\mu\text{g}/\text{kg}$  and Manganese contents ranged N.D. - 8.31  $\text{mg}/\text{kg}$ .
2. The comparison of heavy metal contents among the bay salts from three producing districts was significantly different in Pb, Cd and Cu contents.
3. The comparison of heavy metal contents between the bay salts and remade salts was not significantly different in Pb, Cd and Cu contents.
4. The contents of Pb, Cd, Zn and Mn in fine salts were much lower than those of bay salts and remade salts.

## I. 緒 論

소금은 짠맛을 가지는 調味料로서 食品의 調理 및 貯藏에 필요할 뿐 아니라 血液등의 細胞外液에 含有되어 細胞機能을 圓滑하게 하는 등 人間의 生命을 維持하는데 꼭 필요한 無機質이다. 우리나라 成人은 1日 平均 15~25g의 鹽分을 攝取하고 있는 實情인데<sup>1-4)</sup> 이는 WHO 권장량 10g<sup>5)</sup>을 超過하는 상태이고, 우리나라는 지나친 鹽分 攝取만 警告<sup>6)</sup>하고 있을 뿐 권장량은 設定되어 있지 않다.

이러한 소금은 그 種類가 天日鹽, 再製鹽, 機械鹽으로 나누어지는데, 天日鹽의 경우, 우리나라는 서해안에만 있는 鹽田에서 海水를 蒸發·濃縮시켜 生産되고 그 生産量은 1986년 현재 57만 5천톤이다.<sup>7)</sup> 再製鹽은 소비지인 대

도시 주변에서 天日鹽을 材料로, NaCl 순도를 85%에서 99% 이상으로 높이기 위한 精製過程을 거친 후 만들어지며 機械鹽은 天日鹽, 再製鹽과는 달리 海水를 原料로 이온 교환법에 의해 生産되고 生産량은 1986년 현재 15만 4천톤이다.<sup>7)</sup>

그런데 最近 海洋 輸送量의 增加, 港口都市의 巨大化 등 海洋의 利用度가 높아짐에 따라 海洋 汚染要因이 增大되고 陸水域에서 流出되는 汚染物質도 增加<sup>8)</sup>되어 여러 水産 食糧을 비롯한 소금에서도 汚染의 可能性이 높아지고 있다. 현재까지 海洋 食糧 중 魚貝類에 대한 重金屬 含量調査<sup>9-11)</sup>는 행해졌으나 소금에 대한 調査는 우리나라에서는 되어있지 않아 本研究에서는 우리나라 일부 소금의 重金屬 含量을 產地別, 種類別로 測定하여 소금 攝取에 의한 重金屬의 暴露程度를 밝히고, 보다 안전한 鹽分 攝取를 위한 基礎資料를 提示하고자 한다.

Table 1. Sampling sites and sample size of bay salt in producing district

District	Sampling site	No. of samples
Chonnam	A	8
	B	5
	C	5
	D	5
	E	3
	F	3
	G	5
	Subtotal	34
Chungnam Dangjin	H	6
	I	5
	Subtotal	11
Kyonggi Suwon	J	5
	K	6
	L	8
	Subtotal	19
	Total	64

## II. 實驗材料 및 方法

### 1. 試料의 準備

1987年 8月 9日에서 9月 30日 사이에 準備하였다.

1) 生産地: 우리나라 天日鹽 生産地인 전남지역, 충남·당진지역, 경기·수원지역에서 生産량의 比率<sup>7)</sup>로 각각 7개 지역, 2개 지역, 3개 지역을 무작위 추출한 후 각 곳에서 3~8개의 試料를 生産량의 比率로 採取, 총 64개 試料를 구하였다(Table 1).

2) 消費地: 天日鹽과 再製鹽의 重金屬 含量을 比較해 보기 위해 우리나라 7개 大都市를 選定, 각각에서 3~5곳의 시장에 판매되고 있는 天日鹽, 再製鹽을 함께 採取하였고 機械鹽은 國內 유일의 機械鹽 1種 5개를 서울에서 採取하였다(Table 2).

### 2. 實驗項目

Table 2. Sampling cities and sampling size of 3 type salts in consuming cities

	Bay salt	Remade salt	Fine salt
Seoul	5	5	5
Pusan	3	3	—
Inchon	3	3	—
Kwangju	3	3	—
Suwon	3	3	—
Taejeon	3	3	—
Masan	3	2	—
Total	23	22	5

天日鹽, 再製鹽, 機械鹽 총 114 개 試料에서 카드뮴, 납, 구리, 아연, 망간의 含量을 測定하였다.

### 3. 乾燥重量

試料別 水分含量의 차이로 인한 重量의 차이를 고려하여 건조기 120°C에서 3~4 시간<sup>12)</sup> 건조한 후 水分含量을 測定, 天日鹽은 水分 10%, 再製鹽은 5%인 평균값으로 보정하였고 機械鹽은 평균 水分含量이  $7.4 \times 10^{-4}$  % 정도로 微小하여 무시하였다.

### 4. 試藥 및 分析 器機

M. I. B. K. (Methyl Isobutyl Ketone)는 原子吸光 分析用(日本 關東化學製)을 使用하였고 A. P. D. C. (Ammonium Pyrrolydine Dithiocarbamate)는 98% 제품(Belgium Janssen 製)을 使用하였다.

金屬別 標準原液은 GR(日本 Junsei 製)을 使用하였다.

測定은 原子吸光分光光度計(Hitachi 170-30 型 Japan)로 하였으며 使用가스는 아세틸렌 가스였고 전구는 Hollow Cathode Lamp(Hitachi Co.)를 使用하였다.

測定時의 파장은 Pb 283.3 nm, Cd 228.8 nm, Cu 324.8 nm, Zn 213.8 nm, Mn 279.5 nm였다.

### 5. 實驗 方法

環境汚染公定試驗法 海水編의 重金屬 試料 溶媒抽出法<sup>13)</sup>에 따라 25.0g 試료에 3차 증류수 100.0ml를 넣고 완전히 용해시켜 濾過시킨 후 IN질산 0.1ml를 넣어 pH 3~5로 맞추었다.

위의 용액을 분액깔대기에 넣고 4% 피로리딘티오카바메이트 0.5ml를 넣어 세게 흔들어 섞은 다음 定置한 후 메틸이소부틸케톤 15ml를 넣어 같은 방법으로 분리, 1분간 흔들어 定置, 메틸이소부틸케톤층을 분리해내고 다시 메틸이소부틸케톤 10ml를 넣어 같은 방법으로 분리, 2회에 걸쳐 분리해낸 메틸이소부틸케톤층을 비이커에 옮겼다.

약 80°C 열판에서 메틸이소부틸케톤을 揮散시켰고 잔유물에 1N 질산 2.5ml와 과염소산 1ml를 넣어 내용물이 乾固될 때까지 濃縮한 후 放冷하여 이것을 0.1N 염산용액으로 용해시켜 25.0ml로 일정하게 한 것을 원자흡광분광 광도계로 측정하였다.

## III. 實驗結果 및 考察

生産地 天日鹽과 消費地 天日鹽, 再製鹽, 機械鹽 총 114 개 試料를 對象으로 Pb, Cd, Cu, Zn, Mn의 含量을 測定한 結果는 Table 3과 같다.

### 1. 生産地 天日鹽

#### 1) 납

3개 生産地에서 採取한 64개의 天日鹽 試料에서 測定된 납의 平均 含量은  $61.6 \mu\text{g}/\text{kg}$  이었고 檢出 範圍는 N. D.~ $371.8 \mu\text{g}/\text{kg}$  이었다. 檢出되지 않은 試料는 1.6%였고 전 試料의 68.8%가 平均값인  $61.6 \mu\text{g}/\text{kg}$  이하였으며

Table 3. Metal contents in 3 type salts

	Type	No. of samples	Pb <sup>1)</sup> ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	Cd <sup>2)</sup> ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	Cu <sup>3)</sup> ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	Zn ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	Mn ( $\text{mg}/\text{kg}$ )
Producing district	Bay salt	64	N. D. ~ 371.8	N. D. ~ 101.8	8.9 ~ 105.2	N. D. ~ 142.8	N. D. ~ 8.31
	Bay salt	23	16.5 ~ 171.6	N. D. ~ 3820.5	22.7 ~ 214.9	6.0 ~ 112.3	N. D. ~ 2.36
Consuming cities	Remade salt	22	4.1 ~ 1081.9	N. D. ~ 765.5	18.1 ~ 203.5	5.7 ~ 342.9	N. D. ~ 0.82
	Fine salt	5	N. D. ~ 17.8	N. D.	39.1 ~ 75.3	N. D. ~ 17.8	N. D. ~ 0.004

N. D. - Not detected.

- 1) WHO criteria are 0.1~10ppm.
- 2) Spanish criteria are 0.5 ppm.
- 3) WHO criteria are 0.5~5 ppm.

WHO 최저 기준인  $100\mu\text{g}/\text{kg}$  을 초과하는 것은 12.5%가 있었다. 生産地에서 採取한 天日鹽의 납 含量 分布는 Fig.1과 같다.

生産地別 차이를 살펴보면 전남지역 평균 함량  $50.4\mu\text{g}/\text{kg}$ , 충남·당진지역은  $33.8\mu\text{g}/\text{kg}$  으로 경기·수원지역의 檢出量이 크게 높았고 통계적으로도 지역간 차이가 유의하게 나타났다 ( $p < 0.05$ ).

生産地別 납의 平均含量 및 범위는 Table 4와 같다.

이상과 같은 天日鹽의 납 含量은 우리나라에는 比較할 만한 規定이 없고 소금에 대한 WHO 규정<sup>14)</sup>인 0.1~10 ppm보다는 전체 平均이 낮게 나타났으나 WHO 규정이 天日鹽 뿐 아니라 岩鹽 등 우리나라에서는 사용하고 있지 않은 여러 종류의 소금에 대한 一括된 規定임을 勸察하여야 할 것이다.

WHO 규정 0.1ppm을 適用시켜 볼 때 납 함량이 0.1ppm을 초과하는 試料가 전남지역에서는 2개, 충남·당진지역에서는 발견되지 않았고 경기·수원지역에서는 6개가 발견되었다.

1976년 Boppel<sup>15)</sup>이 유럽의 天日鹽을 對象으로 납 含量을 調査한 結果인  $30\sim 1,800\mu\text{g}$

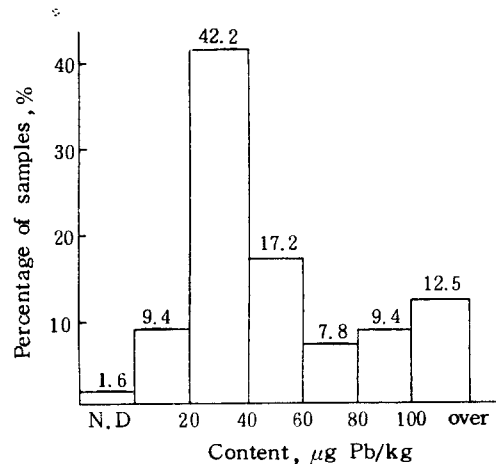


Fig. 1. Frequency distribution of lead content in bay salt.

/kg 과는 비슷한 結果로 보여지며 1980년 Harriet V. Kuhnlein<sup>16)</sup>이 미국의 天日鹽을 對象으로 X-ray fluorescence 를 사용, 調査한  $4,000\mu\text{g}/\text{kg}$  미만 보다는 적은 含量을 나타냈다.

## 2) 카드뮴

3개 生産地에서 採取한 64개 天日鹽 試料에서 測定된 카드뮴의 平均 含量은  $51.1\mu\text{g}/\text{kg}$

Table 4. Lead content of bay salts in each producing district

(unit : $\mu\text{g}/\text{kg}$ )			
District	No. of samples	Lead content	
Chonnam	A	8	20.6 ~ 37.3
	B	5	36.2 ~ 72.3
	C	5	17.8 ~ 91.9
	D	5	12.6 ~ 29.8
	E	3	27.6 ~ 371.8
	F	3	26.4 ~ 33.9
	G	5	11.9 ~ 222.8
Subtotal	34	11.9 ~ 371.8 ( 50.4 )	
Chungnam	H	6	N. D. ~ 54.5
Dangjin	I	5	N. D. ~ 39.3
Subtotal	11	N. D. ~ 54.5 ( 33.8 )	
Kyonggi Suwon	J	5	47.4 ~ 242.5
	K	6	26.8 ~ 108.2
	L	8	40.1 ~ 172.5
Subtotal	19	26.8 ~ 242.5 ( 97.7 )	
Total	64	N. D. ~ 371.8 ( 61.6 )	

( ) : mean

이었고 檢出되지 않은 시료가 전체의 71.9 % 를 차지하고 있었고 檢出量의 차이도 크게 나타났다. 生産地에서 採取한 天日鹽의 카드뮴 함량 分布는 Fig.2와 같다.

生産地別 차이를 살펴보면 전남지역은 평균 함량  $44.4\mu\text{g}/\text{kg}$ , 충남·당진지역은  $2.6\mu\text{g}/\text{kg}$ , 경기·수원지역은  $91.0\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 지역 간 차이는 통계적으로 유의하지는 않았으나 두드러진 차이를 보이고 있었다. 生産地別 카드뮴의 평균 함량 및 범위는 Table 5와 같다.

이상과 같은 天日鹽의 카드뮴 含量은 Boppel<sup>15)</sup>이 1976년 유럽의 天日鹽을 對象으로

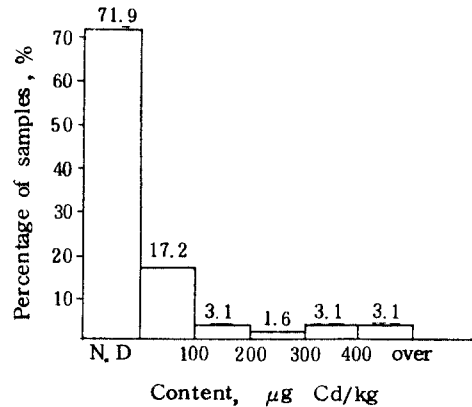


Fig. 2. Frequency distribution of cadmium content in bay salt.

Table 5. Cadmium content of bay salts in each producing district

(unit: $\mu\text{g}/\text{kg}$ )			
District	No. of samples	Cadmium content	
Chonnam	A	8	N. D. ~ 375.6
	B	5	N. D. ~ 212.8
	C	5	N. D. ~ 20.3
	D	5	N. D.
	E	3	N. D. ~ 664.4
	F	3	N. D. ~ 3.1
	G	5	N. D.
Subtotal	34	N. D. ~ 664.4 ( 44.4 )	
Chungnam	H	6	N. D.
Dangjin	I	5	N. D. ~ 28.0
Subtotal	11	N. D. ~ 28.0 ( 2.5 )	
Kyonggi Suwon	J	5	N. D. ~ 57.0
	K	6	N. D. ~ 340.2
	L	8	N. D. ~ 1015.8
Subtotal	19	N. D. ~ 1015.8	
Total	64	N. D. ~ 1015.8 ( 51.1 )	

( ) : mean

調査한 9~11 $\mu\text{g}/\text{kg}$  보다 높은 수치이고 1975년 일본의 武者宗一郎 등<sup>17)</sup>이 조사한 0.6~24.7 $\mu\text{g}/\text{kg}$  보다도 높은 結果였으나 天日鹽의 카드뮴 함량은 우리나라는 물론 國際的 最大許容量도 設定되어 있지 않아 絶對적인 비교는 불가능하였다. 단지 最大許容量이 設定되어 있는 스페인의 기준<sup>18)</sup> 500 $\mu\text{g}/\text{kg}$  보다는 本 實驗에서 檢出된 평균이 낮았으나 전남지역에서 1개시료, 경기·수원지역에서 1개시료가 500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 을 超過하였다.

### 3) 구 리

3개 生産地에서 採取한 64개의 試料에서 檢出된 구리의 평균 함량은 41.7 $\mu\text{g}/\text{kg}$  이었고 범위는 8.9~105.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$  이었다. 전 試料의 56.3%가 평균값인 41.7 $\mu\text{g}/\text{kg}$  이하이고 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 을 超過하는 試料도 1.6% 존재하였다. 生産地 天日鹽의 구리 함량 분포는 Fig. 3과 같다.

生産地別 평균 함량을 살펴보면 전남지역은 35.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 충남·당진 지역은 40.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 경기·수원지역은 53.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 지역간 차이는 유의한 차이를 보였다( $P < 0.01$ ).

生産地別 天日鹽의 평균 구리 함량은 Table 6과 같다.

소금속의 구리에 대한 WHO 규정은 0.5~5ppm<sup>19)</sup>인데 비하여 本 實驗의 結果는 그 기준보다 크게 낮은 수치였지만 납의 경우와 마찬가지로 우리나라에서 生産되지 않는 여러 종류의 소금에 대한 規定임을 勘案해야 할 것이다. 1980년 X-ray fluorescence를 사용, 미국의 天日鹽을 대상으로 Harriet V. Kuhnlein<sup>16)</sup>이 檢出한 평균 구리 함량 2~5.1mg/kg 이하보다 낮은 수치였으나 이는 分析 方法에 의한 차이가 있었을 것으로 보여진다.

### 4) 아 연

3개 生産地 64개 天日鹽 試料를 대상으로 아연 함량을 조사한 결과 평균 함량은 30.3 $\mu\text{g}$

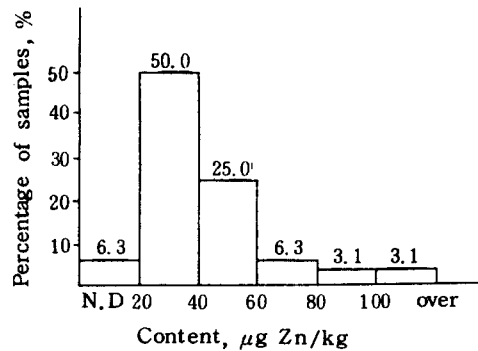


Fig. 3. Frequency distribution of copper content in bay salt.

Table 6. Copper contents of bay salt in each producing district

(unit: $\mu\text{g}/\text{kg}$ )			
District	No. of samples	Copper contents	
Chonnam	A	8	14.1 ~ 37.8
	B	5	14.1 ~ 58.3
	C	5	28.3 ~ 105.2
	D	5	26.8 ~ 44.4
	E	3	34.8 ~ 57.4
	F	3	23.7 ~ 33.8
	G	5	28.7 ~ 39.7
Subtotal	34	14.1 ~ 105.2 (35.6)	
Chungnam Dangjin	H	6	8.9 ~ 65.2
	I	5	21.3 ~ 65.0
Subtotal	11	8.9 ~ 65.2 (40.1)	
Kyonggi Suwon	J	5	27.1 ~ 85.3
	K	6	37.1 ~ 80.2
	L	8	34.9 ~ 75.0
Subtotal	19	27.1 ~ 85.3 (53.6)	
Total	64	8.9 ~ 105.2 (41.7)	

( ): mean

/kg, 범위는 N.D.~142.8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 이었다. 전  
試料의 66.7%가 평균값인 30.3 $\mu\text{g}/\text{kg}$  미만이  
였고 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 을 超過하는 것도 3.1% 정도  
있었다. 天日鹽의 아연 함량 분포는 Fig. 4와  
같다.

生産地別 평균 함량은 전남지역이 34.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$   
/kg, 충남·당진지역이 27.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 경기·수  
원지역이 25.4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 地域別 차이는 유의  
하지 않았으며 生産地別 天日鹽의 아연 함량은  
Table 7과 같다.

이와 같은 아연 함량은 WHO 1日 섭취허용  
량<sup>19)</sup> 50mg보다 극히 적은 양이었고 Harri-  
et V. Kuhnlein<sup>16)</sup>이 1980년 미국의 天日鹽을  
대상으로 조사한 1.7~5.1mg/kg, J. F. Rei-

th 등<sup>18)</sup>이 조사한 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 보다도 적은 양  
이었다.

#### 5) 망 간

3개 生産地域에서 採取한 64개의 天日鹽  
試料에서 測定된 망간의 평균 농도는 2.23mg  
/kg이고 범위는 N.D.~8.31mg/kg까지 이었  
다. 生産地域에서 採取한 天日鹽의 망간 함량  
분포는 Fig. 5와 같다.

生産地別 含量을 살펴보면 전남지역 2.11mg  
/kg, 충남·당진지역은 2.19mg/kg, 경기·  
수원지역은 2.47mg/kg으로 地域間 차이는  
유의하지 않았다.

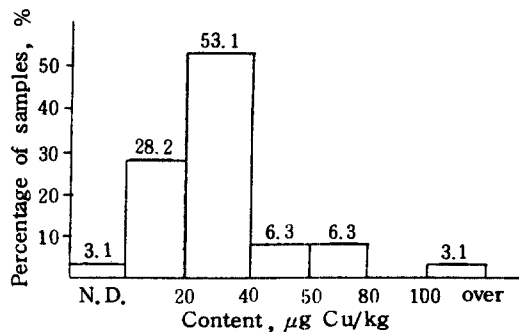


Fig. 4. Frequency distribution of zinc content  
in bay salt.

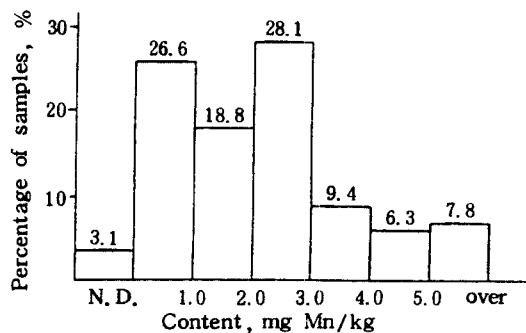


Fig. 5. Frequency distribution of manganese  
content in bay salt.

Table 7. Zinc contents of bay salt in each  
producing district

(unit : $\mu\text{g}/\text{kg}$ )			
District	No. of samples	Zinc content	
Chonnam	A	8	23.3 ~ 45.0
	B	5	7.9 ~ 69.9
	C	5	24.5 ~ 142.8
	D	5	9.4 ~ 29.1
	E	3	7.9 ~ 60.6
	F	3	12.6 ~ 38.7
	G	5	7.9 ~ 38.8
Subtotal	34	7.9 ~ 142.8 (34.2)	
Chungnam	H	6	N.D. ~ 78.6
Dangjin	I	5	N.D. ~ 60.3
Subtotal	11	N.D. ~ 78.6 (25.4)	
Kyonggi Suwon	J	5	19.0 ~ 27.6
	K	6	10.8 ~ 25.2
	L	8	16.8 ~ 56.0
Subtotal	19	10.8 ~ 56.0 (25.4)	
Total	64	N.D. ~ 142.8 (30.3)	

( ) : mean

生産地別 망간의 含量 및 범위는 Table 8 과 같다.

이러한 망간의 검출량은 1980 년 미국의 天

Table 8. Manganese contents of bay salt in each producing district

(unit : mg/kg)			
District	No. of samples	Content	
Chonnam	A	8	0.25 ~ 4.34
	B	5	0.01 ~ 3.16
	C	5	0.01 ~ 2.99
	D	5	0.04 ~ 3.08
	E	3	0.02 ~ 8.31
	F	3	0.02 ~ 3.30
	G	5	1.60 ~ 3.65
Subtotal	34	0.01 ~ 8.31 (2.11)	
Chungnam Dangjin	H	6	N. D. ~ 7.24
	I	5	0.52 ~ 6.39
Subtotal	11	N. D. ~ 7.24 (2.19)	
Kyonggi Suwon	J	5	1.13 ~ 4.62
	K	6	1.97 ~ 8.21
	L	8	0.02 ~ 1.48
Subtotal	19	0.02 ~ 1.48 (2.47)	
Total	64	N. D. ~ 8.31 (2.23)	

( ) : mean

Table 9. Types of industry in Mokpo harbor

Industry	No. of industry
Matallic	3
Leather	1
Food	22
Textile	1
Car washing	4
Animal fodder	6
Total	37

日鹽을 調査한 Harriet V. Kuhnlein<sup>19)</sup>의 6 ~ 19mg/kg 보다 낮은 수치였으나 WHO 하루권장량 2~3mg<sup>19)</sup>인 必須微量 元素 망간의 供給源으로서 소금도 존재함을 알 수 있었다.

以上에서 본 바와 같이 Pb, Cd, Cu의 生産地 天日鹽의 地域間 差異는 각 地域 廢水排出工場의 수, 流出水量, 水質, 汚染原으로 부터의 거리 등의 차이 때문인 것으로 해석된다. 試料 採取 地域과 近接한 전남지역의 목포항과 경기·수원지역의 인천항의 환경을 비교해 보면 우선 人口數<sup>20)</sup>는 목포시가 1985년 11월 현재 23만 6천名, 5만 천 家口, 인천시가 138만 7천名, 33만 9천 家口으로 인천시가 월등히 높았다.

廢水排出業體의 數<sup>21)</sup>도 Table 9, 10에서 보는 바와 같이 목포항은 37개, 인천항은 1,266개로 큰 차이를 보였고, 금속공업, 화학, 석유 정제업체수도 인천항이 크게 많아 排出水의 汚染 가능성을 나타내고 있다.

또한 流入河川으로 부터 調査한 重金屬 檢査 結果<sup>21)</sup>도 Table 11에서와 같이 목포항보다 인천항이 4개 枝川 어느 것에서나 월등히 높게 나타났다.

Table 10. Types of industry in Incheon harbor

Industry	No. of industry
Primary metal	58
Metallic	228
Food	45
Textile	74
Pulp & Paper	210
Phototype process	1
Leather	5
Chemical	88
Petrorefining	29
Non metallic	35
the others	447
Total	1266



Table 11. Inflow load of heavy metal in Mokpo and Incheon harbor

		Outflow amount of water (m <sup>3</sup> /day)	Inflow load (kg/day)					
			Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
Mokpo	Max.	1,112	Trace	0.80	Trace	Trace	0.09	1.30
	Min.	213	//	Trace	//	//	Trace	Trace
	Average	476	//	0.26	//	//	0.04	0.47
Incheon 1	Max.	237,810	0.28	5.37	6.05	0.17	13.56	27.35
	Min.	114,170	Trace	Trace	1.23	Trace	Trace	2.38
	Average	165,920	0.12	2.96	2.61	0.07	4.83	10.29
Incheon 2	Max.	76,330	0.25	9.34	33.53	Trace	12.39	80.66
	Min.	62,500	0.12	2.60	9.91	//	2.32	8.50
	Average	69,550	0.19	4.89	19.94	//	7.16	24.33
Incheon 3	Max.	37,750	Trace	0.91	0.76	Trace	2.19	3.25
	Min.	24,340	//	0.71	0.16	//	0.15	1.46
	Average	29,810	//	0.56	0.43	//	0.99	2.67
Incheon 4	Max.	13,420	Trace	0.16	3.45	Trace	0.43	12.85
	Min.	10,590	//	Trace	0.04	//	0.05	0.12
	Average	12,370	//	0.09	1.19	//	0.19	4.76

Table 12. Heavy metal content of seawater in sampling sites (unit :  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

District	Pb	Cd	Cu	Zn	Mn
Chonnam	6.0	N. D.	26.5	21.2	N. D.
Chungnam - Dangjin	7.2	22.4	14.5	10.9	1.6
Kyonggi - Suwon	16.5	195.8	36.7	14.7	76.2

이러한 原因 要因들과 더불어 試料 採取 地點이 경기·수원지역은 海岸에서 가까운 內陸 地方이었고 전남지역은 島嶼地方이 많았다는 차이가 크게 작용한 것으로 思料된다. 試料 採取 地點에서 채취한 해수의 重金屬 含量을 比較해 보아도 같은 結果를 보였다(Table 12).

즉 結果에 나타난 生産地 天日鹽의 Pb, Cd, Cu 含量이 生産地別로 差異가 나는 것은 原料海水를 비롯한 주변환경의 오염도에 따라 차이가 나는 것으로 思料된다.

## 2. 消費地

### 1) 납

全國 7개 대도시의 天日鹽, 再製鹽, 機械鹽을 對象으로 납 함량을 調査한 結果는 天日鹽이 平均  $57.7\mu\text{g}/\text{kg}$ , 再製鹽이  $108.9\mu\text{g}/\text{kg}$ , 機械鹽이  $6.4\mu\text{g}/\text{kg}$ 으로 나타났다. 都市別 天日鹽, 再製鹽, 機械鹽에서 납의 含量 範圍는 Table 13과 같다.

消費地 天日鹽은 WHO 규정  $0.1\text{ppm}$ 을 超

Table 13. Lead contents of bay salt, remade salt and fine salt in consuming cities

	( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )					
	Bay salt		Remade salt		Fine salt	
	No. of samples	content	No. of samples	content	No. of samples	content
Seoul	5	33.5 ~ 134.0	5	4.1 ~ 62.2	5	N. D. ~ 16.0
Pusan	3	16.5 ~ 28.9	3	8.0 ~ 359.9	-	-
Inchon	3	36.0 ~ 171.6	3	4.1 ~ 195.8	-	-
Kwangju	3	17.2 ~ 58.4	3	20.4 ~ 200.8	-	-
Suwon	3	48.8 ~ 119.3	3	16.5 ~ 28.9	-	-
Taejeon	3	37.7 ~ 72.7	3	14.3 ~ 29.1	-	-
Masan	3	20.8 ~ 102.1	3	75.5 ~ 1081.9	-	-
Total	23	16.5 ~ 171.6 (57.7)	22	4.1 ~ 1081.9 (108.9)	5	N. D. ~ 16.0 (6.4)

( ): mean

過하는 試料가 서울, 인천, 수원, 마산에서 각각 1개씩 발견되었고 再製鹽에서는 부산, 인천, 광주, 마산에서 각각 1개씩 발견되었다.

天日鹽과 天日鹽을 原料로 精製過程을 거쳐 生産되는 再製鹽의 平均 납 含量을 比較해 보면 平均의 차이는 있었으나 통계적으로 유의하지 않아 소비자들이 시장에서 어떤 天日鹽, 再製鹽 中 어느 소금을 구입하던지 소금攝取로 인한 납의 暴露 程度는 同一한 것으로 나타났다.

機械鹽은 平均 납 含量이  $6.4 \mu\text{g}/\text{kg}$  으로 天日鹽, 再製鹽보다 극히 적었고 1986년 M<sup>c</sup> Jesus Alvarez de Eulate 등<sup>22)</sup>이 스페인의 機械鹽을 대상으로 調査한  $40 \mu\text{g}/\text{kg}$  보다 적게 檢出되었으나 1980년 Harriet V. Kuhnlein<sup>16)</sup>이 미국의 機械鹽에서 調査한 바로는 檢出되지 않았다는 보고도 있었다.

## 2) 카드뮴

전국 7개 大都市를 對象으로 天日鹽, 再製鹽, 機械鹽의 카드뮴 含量을 調査한 結果는 天日鹽이 平均  $333.0 \mu\text{g}/\text{kg}$ , 再製鹽이  $104.5 \mu\text{g}/\text{kg}$  이었으며 機械鹽에서는 檢出되지 않았다. 都市別 天日鹽, 再製鹽, 機械鹽에서의 카드뮴

含量 범위는 Table 14 와 같다.

소비자 天日鹽의 경우 스페인의 기준  $500 \mu\text{g}/\text{kg}$  을 超過하는 試料는 광주, 수원, 마산에서 각각 1개 試料씩 이었고 再製鹽에서는 부산에서 1개 試料였다.

납과 마찬가지로 카드뮴의 경우도 天日鹽과 再製鹽의 카드뮴 농도간에 차이가 유의하지 않게 나타났다. 따라서 소금의 종류에 따른 카드뮴의 暴露程度는 同一한 것으로 思料된다.

특히 機械鹽에서는 한 試料에서도 카드뮴이 檢出되지 않아 機械鹽이 카드뮴의 攝取 감소에 도움이 되는 것으로 나타났다.

## 3) 구 리

전국 7개 大都市의 天日鹽, 再製鹽, 機械鹽을 對象으로 구리 含量을 調査한 結果는 天日鹽이 平均  $4.9 \mu\text{g}/\text{kg}$ , 再製鹽이  $58.9 \mu\text{g}/\text{kg}$ , 機械鹽이  $56.3 \mu\text{g}/\text{kg}$  으로 나타났다. 都市別 天日鹽, 再製鹽에서 구리 含量 범위는 Table 15 와 같다.

天日鹽과 동일지역 再製鹽과 比較해 본 結果 平均 구리 含量의 차이는 유의하게 나타나지 않아 납, 카드뮴과 마찬가지로 소비자들이 시

Table 14. Cadmium contents of bay salt, remade salt and fine salt in consuming cities

(unit :  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

	Bay salt		Remade salt		Fine salt	
	No. of samples	content	No. of samples	content	No. of samples	content
Seoul	5	N. D. ~ 362.6	5	N. D.	5	N. D.
Pusan	3	N. D. ~ 100.2	3	172.7 ~ 765.5	-	-
Inchon	3	N. D.	3	N. D. ~ 12.1	-	-
Kwangju	3	N. D. ~ 3820.5	3	N. D.	-	-
Suwon	3	N. D. ~ 730.7	3	N. D. ~ 481.3	-	-
Taejeon	3	N. D. ~ 31.4	3	N. D.	-	-
Masan	3	N. D. ~ 2258.2	2	N. D. ~ 475.2	-	-
Total	22	N. D. ~ 3820.5 (333.0)	22	N. D. ~ 765.5 (104.5)	5	N. D.

( ): mean

Table 15. Copper contents of bay salt, remade salt and fine salt in consuming cities

(unit :  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

	Bay salt		Remade salt		Fine salt	
	No. of samples	content	No. of samples	content	No. of samples	content
Seoul	5	22.7 ~ 29.9	5	26.8 ~ 178.6	5	39.1 ~ 75.4
Pusan	3	40.2 ~ 60.6	3	36.4 ~ 203.5	-	-
Inchon	3	36.2 ~ 48.7	3	54.5 ~ 90.2	-	-
Kwangju	3	23.3 ~ 51.8	3	20.1 ~ 26.8	-	-
Suwon	3	42.6 ~ 58.6	3	20.2 ~ 37.6	-	-
Taejeon	3	32.2 ~ 214.9	3	18.1 ~ 30.4	-	-
Masan	3	42.8 ~ 61.1	2	51.5 ~ 91.6	-	-
Total	23	22.7 ~ 214.9 (49.1)	22	18.5 ~ 203.5 (58.9)	5	39.1 ~ 75.4 (56.3)

( ): mean

장에서 天日鹽, 再製鹽 어느 것을 구입하던지 소금 攝取로 인한 구리의 暴露程度는 同一한 것으로 나타났다.

4) 아 연

전국 7개 大都市 天日鹽, 再製鹽, 機械鹽을 對象으로 아연의 함량을 調査한 結果는 天日鹽이 평균 33.2  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 再製鹽이 60.0  $\mu\text{g}/$

kg, 機械鹽이 11.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$  으로 나타났다. 都市別 天日鹽, 再製鹽, 機械鹽에서 평균 아연의 함량 및 범위는 Table 16 과 같다.

天日鹽과 再製鹽의 아연 함량을 同一都市에서 比較해 본 結果 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

5) 망 간

Table 16. Zinc contents of bay salt, remade salt and fine salt in consuming cities

(unit:  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

	Bay salt		Remade salt		Fine salt	
	No. of samples	content	No. of samples	content	No. of samples	content
Seoul	5	6.4 ~ 53.2	5	5.7 ~ 182.8	5	N. D. ~ 17.8
Pusan	3	16.3 ~ 40.8	3	52.9 ~ 153.5	-	-
Inchon	3	6.2 ~ 42.5	3	20.3 ~ 136.3	-	-
Kwangju	3	17.0 ~ 27.9	3	12.1 ~ 22.2	-	-
Suwon	3	28.8 ~ 83.9	3	41.5 ~ 342.9	-	-
Taejeon	3	11.9 ~ 112.3	3	10.9 ~ 16.9	-	-
Masan	3	6.0 ~ 31.9	2	7.1 ~ 67.4	-	-
Total	23	6.0 ~ 112.3 (33.2)	22	5577 ~ 342.9 (60.0)	5	N. D. ~ 17.8 (11.5)

( ): mean

Table 17. Manganese contents of bay salt, remade salt and fine salt in consuming cities.

(unit :  $\text{mg}/\text{kg}$ )

	Bay salt		Remade salt		Fine salt	
	No. of samples	content	No. of samples	content	No. of samples	content
Seoul	5	0.00 ~ 1.37	5	0.02 ~ 0.82	5	N. D. ~ 0.004
Pusan	3	0.50 ~ 1.96	3	0.01 ~ 0.35	-	-
Inchon	3	0.01 ~ 2.03	3	N. D. ~ 0.01	-	-
Kwangju	3	0.35 ~ 1.85	3	0.00 ~ 0.04	-	-
Suwon	3	0.64 ~ 2.36	3	0.03 ~ 0.05	-	-
Taejeon	3	N. D. ~ 0.43	3	0.13 ~ 0.37	-	-
Masan	3	0.00 ~ 1.07	2	0.00 ~ 0.06	-	-
Total	23	N. D. ~ 2.36 (0.84)	22	N. D. ~ 0.82 (0.18)	5	N. D. ~ 0.004 (0.002)

( ): mean

전국 7개 大都市의 天日鹽, 再製鹽, 機械鹽의 망간 함량을 調査한 結果는 天日鹽이 0.84  $\text{mg}/\text{kg}$ , 再製鹽이 0.18  $\text{mg}/\text{kg}$ , 機械鹽이 0.002  $\text{mg}/\text{kg}$  으로 나타났다. 都市別 天日鹽, 再製鹽, 機械鹽에서 망간의 含量 범위는 Table 17과 같다.

#### IV. 結 論

우리나라 소금 중의 일부 重金屬 含量을 測定하기 위해 1987년 8월 9일부터 9월 30일까지 生産地인 전남지역, 忠南·당진지역, 경

기·수원지역에서 64개의 天日鹽과 消費地인 7개 大都市에서 販賣되고 있는 天日鹽 23개, 再製鹽 22개, 機械鹽 5개를 採取하여 A.P.D.C와 M.I.B.K.로 金屬物質을 抽出한 후 原子吸光分光光度計로 Pb, Cd, Cu, Zn, Mn 含量을 測定한 結果는 다음과 같다.

1. 세 종류 소금 총 114개 試料에서 Pb, Cd, Cu, Zn, Mn의 檢出 結果는 납이 檢出되지 않은 것부터 1,081.9  $\mu\text{g}/\text{kg}$  까지 含有되어 있었고 WHO 規定 0.1ppm을 超過하는 試料는 16개 (14.0%)였다. 카드뮴은 檢出되지 않은 것부터 3,820.5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 까지 分布되어 있었고 스페인 規定인 500  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 을 超過하는 試料는 6개 (5.2%), 구리는 8.9  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 에서 214.9  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 의 범위를 가지며 WHO 規定을 超過하는 試料는 없었다. 아연은 檢出되지 않은 것부터 342.9  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 까지 分布하고 있었고, 망간도 檢出되지 않은 것부터 8.31  $\text{mg}/\text{kg}$ 까지 分布하고 있었다.

2. 전남지역, 충남·당진지역, 경기·수원지역 3개 지역의 天日鹽 生産地를 比較한 結果 Pb, Cd, Cu의 경우 生産地別 含量 差異가 두드러지게 나타났다.

3. 또한 天日鹽을 精製시켜 만드는 再製鹽의 重金屬 含量과 消費地에서 구입한 天日鹽의 重金屬 含量을 比較한 바 Pb, Cd, Cu는 모두 유의한 차이를 보이지 않았다.

4. 天日鹽, 再製鹽과는 달리 이온교환법으로 生産되는 機械鹽에서는 Pb, Cd, Zn, Mn의 含量이 극히 적게 檢出되었다.

### 參 考 文 獻

- 전세연 : 식염섭취의 문제점, 인간과학, 4 (12) : 75-78, 1980.
- 서순규 : Sodium 섭취 및 배설과 고혈압, 인간과학, 4 (12) : 45-74, 1980.
- 이세연 : 한국인의 전해질 및 질소대사에 관한 연구, 대한 내과학회지, 8(2) : 27-32, 1965.
- 이기열 : 한국인 임신부의 Sodium과 단백질 섭취량 및 대사에 관한 연구, 한국 영양학회지, 18(3) : 194-198, 1984.
- Posner B.M., P.A. DeRusso, S.L. Norquist, and M.A. Erick: Preventive nutrition intervention in coronary heart disease, J. of American Dietetic Association, 86; 1395-1401 (1986).
- 한국영양학회, 한국인을 위한 식사지침, 한국영양학회지, 19(2) : 81-105, 1986.
- 전국 경제인 연합회, 한국경제연감, 1987, pp.273~276.
- 국립환경연구원, 환경요인과 생체영향의 대책방안, 1987.
- 원종훈 : 한국산 어패류 중의 수은, 카드뮴, 납, 구리의 함량, 한국 수산학회지, 6(1, 2), 1973.
- 國立環境研究所 : 國立環境研究所報, 1983.
- 국립보건원 : 어류중의 미량금속 분포에 대한 조사연구, 국립보건원보, 22 : 471-494, 1985.
- 한국공업진흥청, 한국공업규격, KS H7101, 1984.
- 환경청, 환경오염 공정시험법, 1986, pp. 357~361.
- Dewney, P.A. and C.F. King: Food Legislation Survey, Food Res. Assoc., 6, 1980.
- Boppel B.: Blei-und Cadmium-gehalte von gewurzen und Kochsals, Lebensmittel-Untersuchung und Forschung, 156;299-302, (1976).
- Marriet V. Kuhnlein; The Trace element content of indigenous salts compared with commercially refined substitutes, Ecology of Food and Nutrition, 10;113-121 (1980).
- 武者宗一郎, 高橋芳久 : 大豆老人はく質に

- 水中の微量カドミウムの濃縮定量, 農化,  
24:540, 1975.
18. Reith J.F. and J. Engelsam; Lead and Zinc Contents of Food and Diets in Netherlands, *Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 156;271 (1974).
19. Conor Reilly; Metal Contamination of Food, Applied Science Publishers Ltd., 1980, pp. 3-171.
20. 경제기획원 : 인구 및 주택 센서스 잠정보고, 1985, pp.20~21.
21. 國立環境研究所 : 全國 主要 沿岸 水質 調査 報告書, 1982, pp.80~88, 171~178.
22. McJesus Alvarez de Eulate, Rosa Montoro, Nieves Ybanez; Miquel de la Guardia; Determination of Cadmium, Copper and Lead in Sodium Chloride Food Salts by Flame Atomic Absorption Spectroscopy, *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 69(5); 871-873 (1986).
23. Mertens W.G., C.E. Swindells and B.F. Teasdale; Trade Metals and the Flavor Stability of Margarine, *J. of the American Oil Chemists' Society*, 48;544-546 (1971).